



Радионавигационные системы

Радиотехнические системы ближней навигации (РСБН)



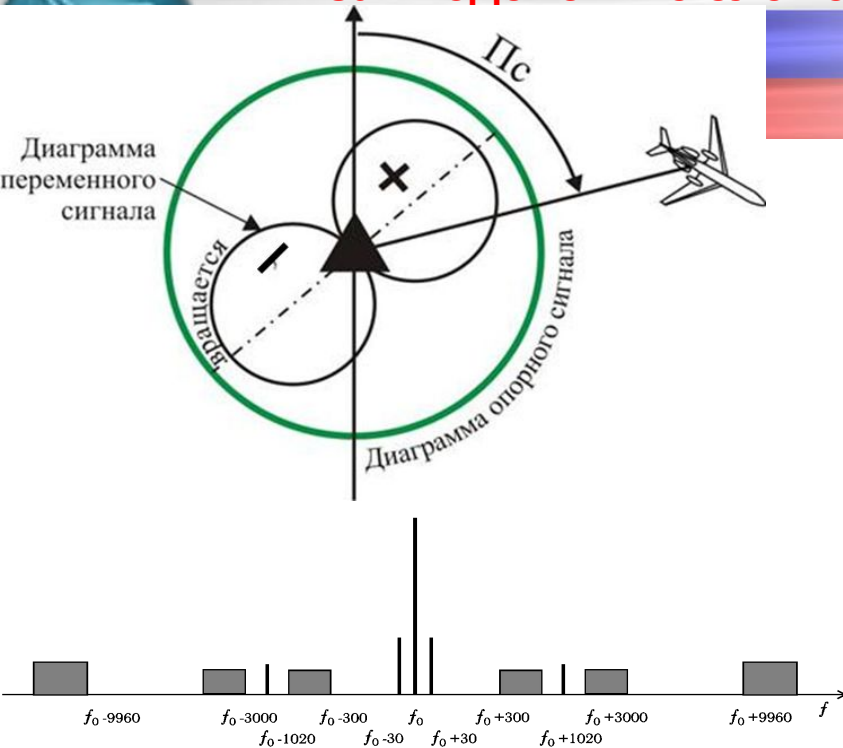
**Радиомаяк азимутальный
РМА-90**

**Взаимодействие элементов
РМА-90 по функциональной схеме**

Литература:

Техническое описание РМА-90 с. 15-19.

Взаимодействие элементов РМА-90 по функциональной схеме



Формирование в пространстве зоны действия РМА, содержащей информацию об азимуте, осуществляется с помощью антенной системы, имеющей три диаграммы направленности: **одну круговую (всенаправленную) для сигнала опорной фазы** и **две развернутые в горизонтальной плоскости на 90 град «восьмерочных» (типа синус-косинус) ДН для сигнала переменной фазы.**

Он содержит следующие составляющие:

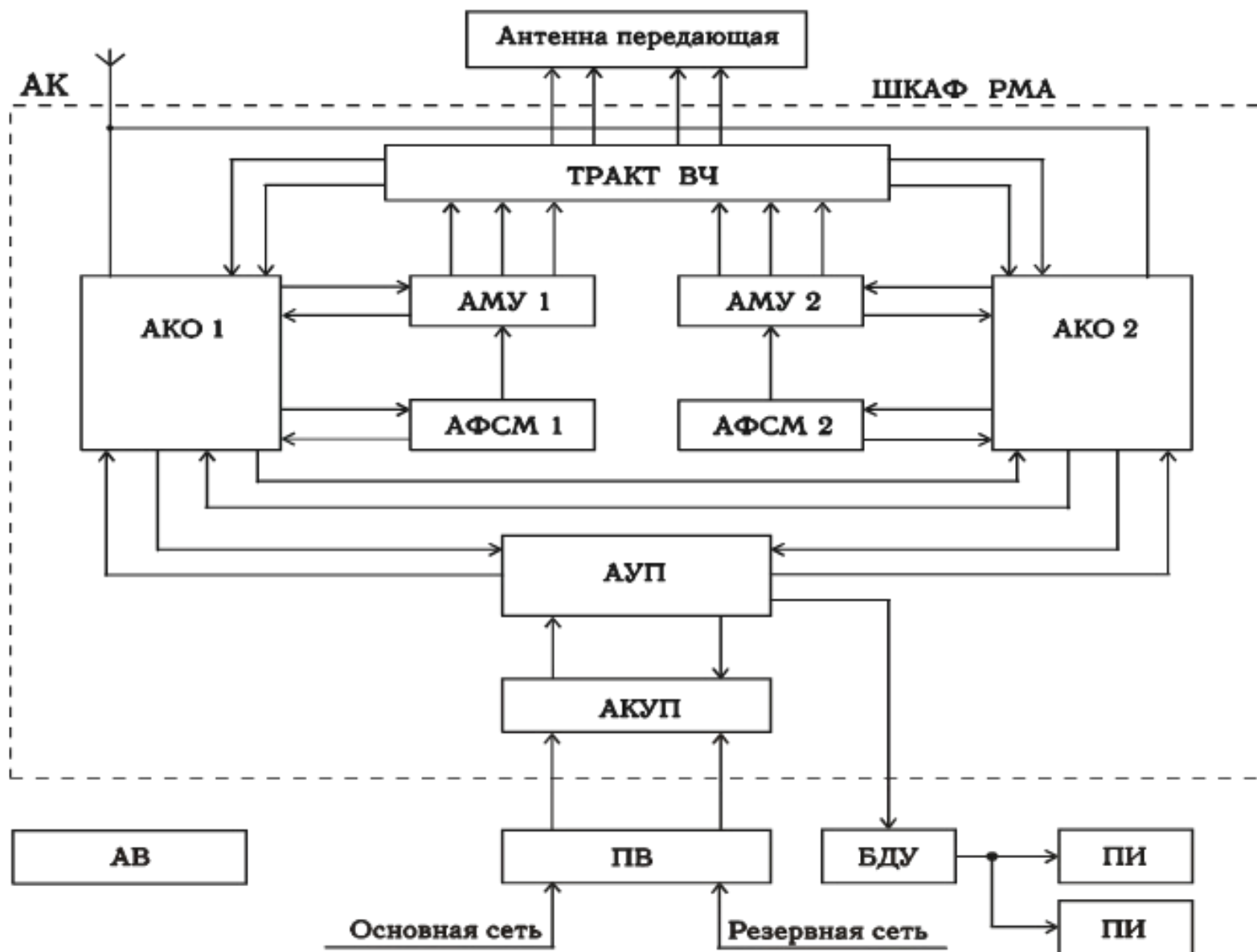
- несущие колебания (f_0);
- две боковые частоты ($f_0 \pm 30$);
- две боковые полосы частот — несущая, модулированная по амплитуде речевыми сигналами — от ($f_0 \pm 300$) до ($f_0 \pm 3000$);
- две боковые частоты ($f_0 \pm 1020$);
- две боковые полосы - несущие колебания, модулированные по амплитуде поднесущей 9960 Гц, которая, в свою очередь, модулирована по частоте — [$f_0 \pm (9960 \pm 480)$].

По каналу опорной фазы — НБЧ (круговая ДН) в антенну поступает сигнал, представляющий собой ВЧ колебания, модулированные по амплитуде сигналом опорной фазы.

По каналам переменной фазы БЧ1 и БЧ2 в антенну поступают ВЧ колебания балансно-модулированные синусным и косинусным сигналами 30Гц («У БЧ1», «У БЧ2»).



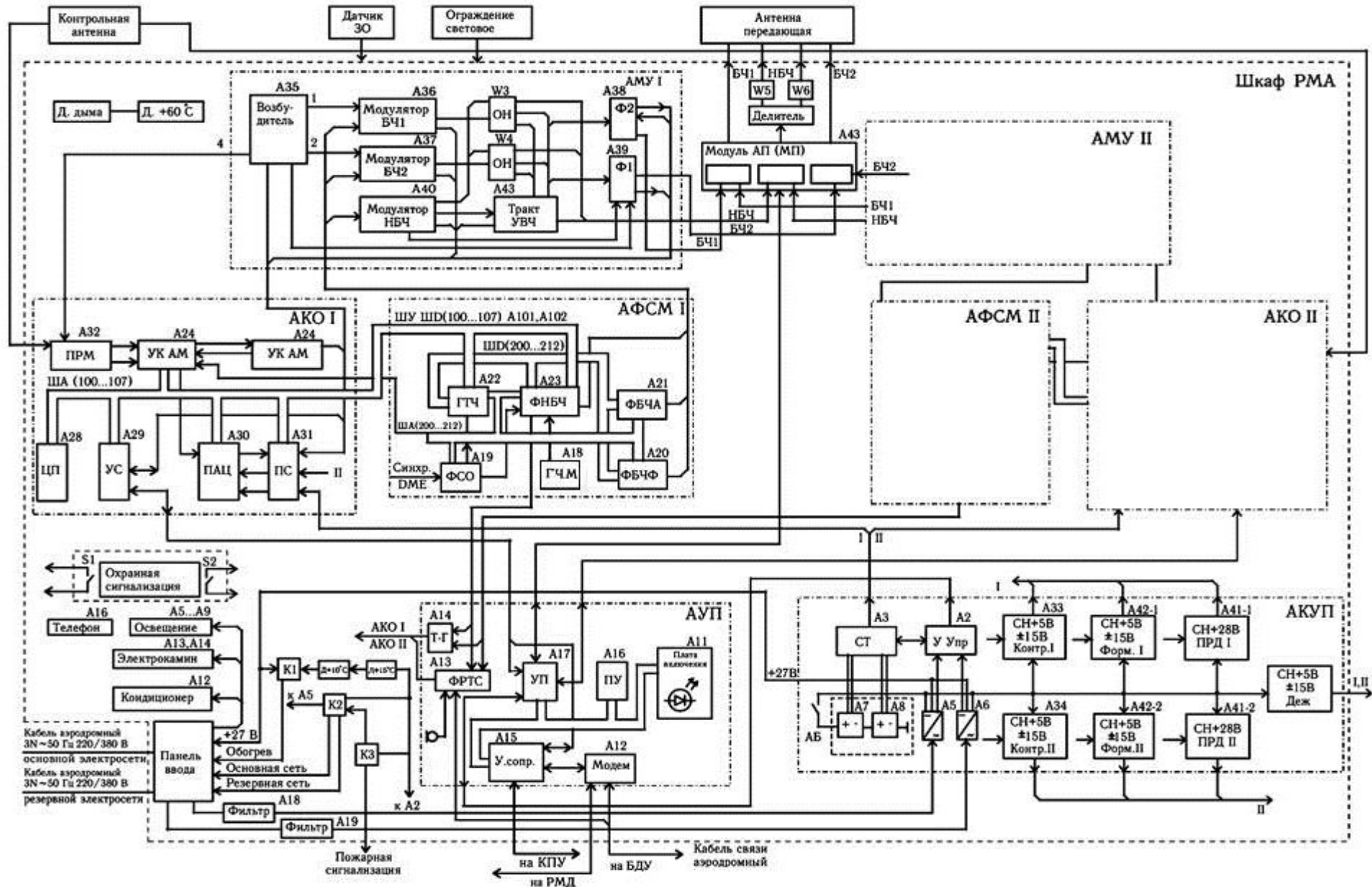
Радиомаяк азимутальный РМА-90





Радиомаяк азимутальный РМА-90

Функциональная схема



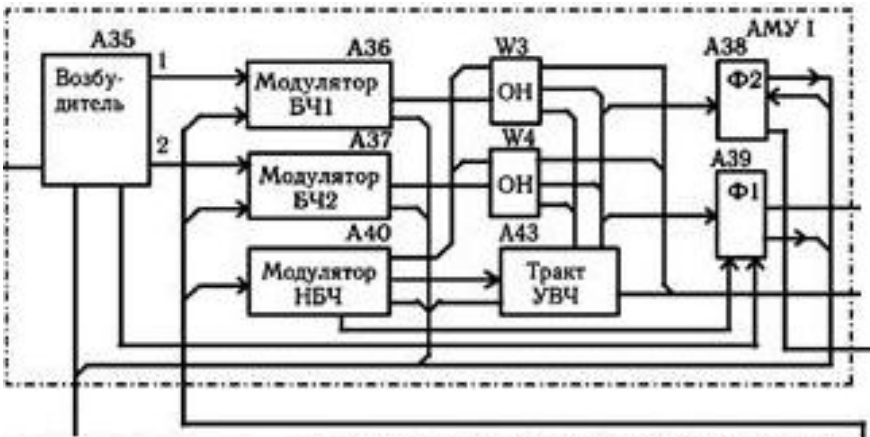


Радиомаяк азимутальный РМА-90

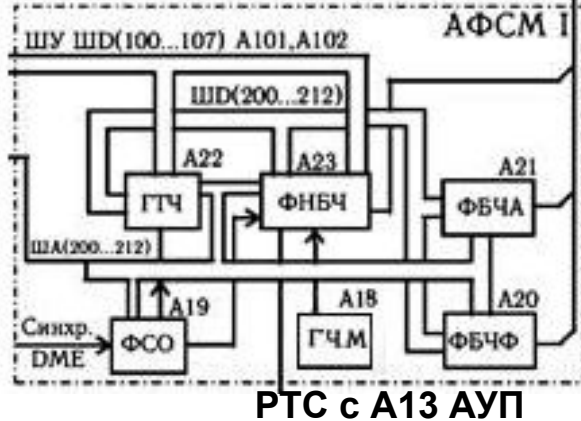
АФСМ

Амплитудная модуляция ВЧ несущей сигналом опорной фазы осуществляется в **модуляторе НБЧ**.

Модуляция ВЧ несущей сигналами («U БЧ1», «U БЧ2») осуществляется соответственно в **модуляторах БЧ1 и БЧ2**.



Формирование управляющего напряжения для модуляторов происходит в аппаратуре АФСМ: для **М НБЧ** в **формирователе НБЧ (ФНБЧ)**, для **М БЧ1** и **М БЧ2** — в **формирователе БЧА (ФБЧА)**.

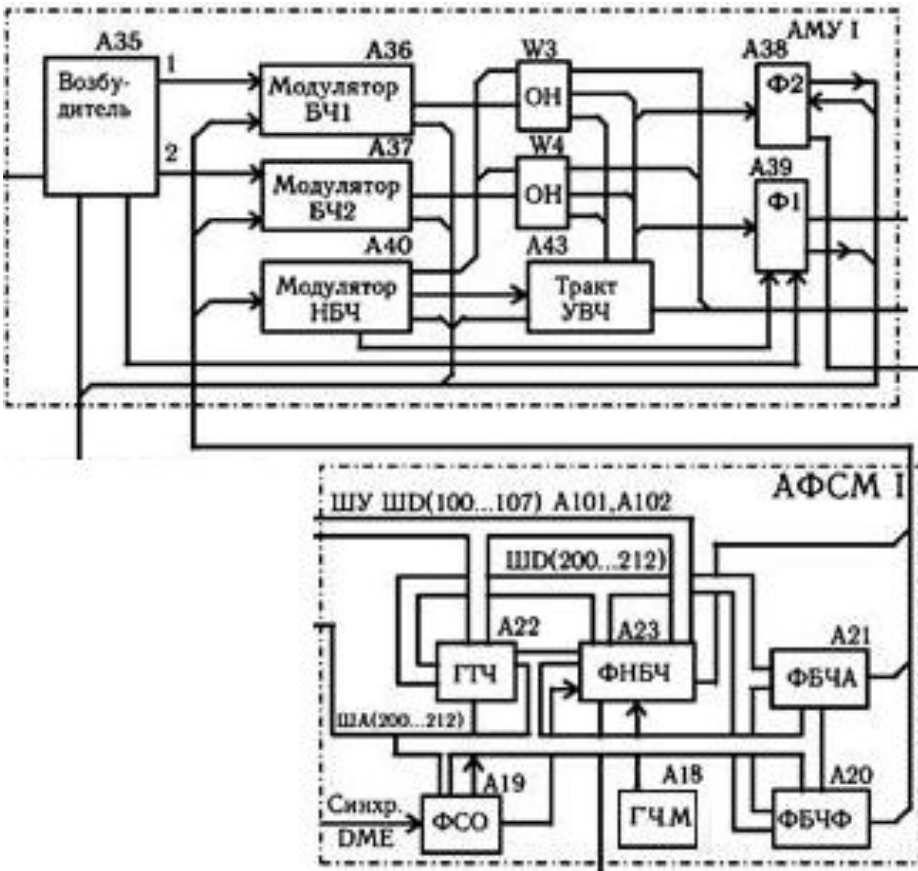


В ФНБЧ (А23) складываются сигналы «9960 Гц ЧМ» (сигнал опорной фазы), СО и РТС, а также осуществляется установка уровней этих сигналов (глубин модуляции).

Сигнал опознавания поступает на ФНБЧ с **формирователя СО (ФСО—А19)**, **РТС** — с **формирователя РТС (ФРТС— А13)**, который предназначен для стабилизации коэффициента АМ речевого сигнала радиотелефонной связи и его частотного ограничения в диапазоне 300...3000 Гц. Конструктивно ФРТС размещен в отсеке АУП.



АФСМ

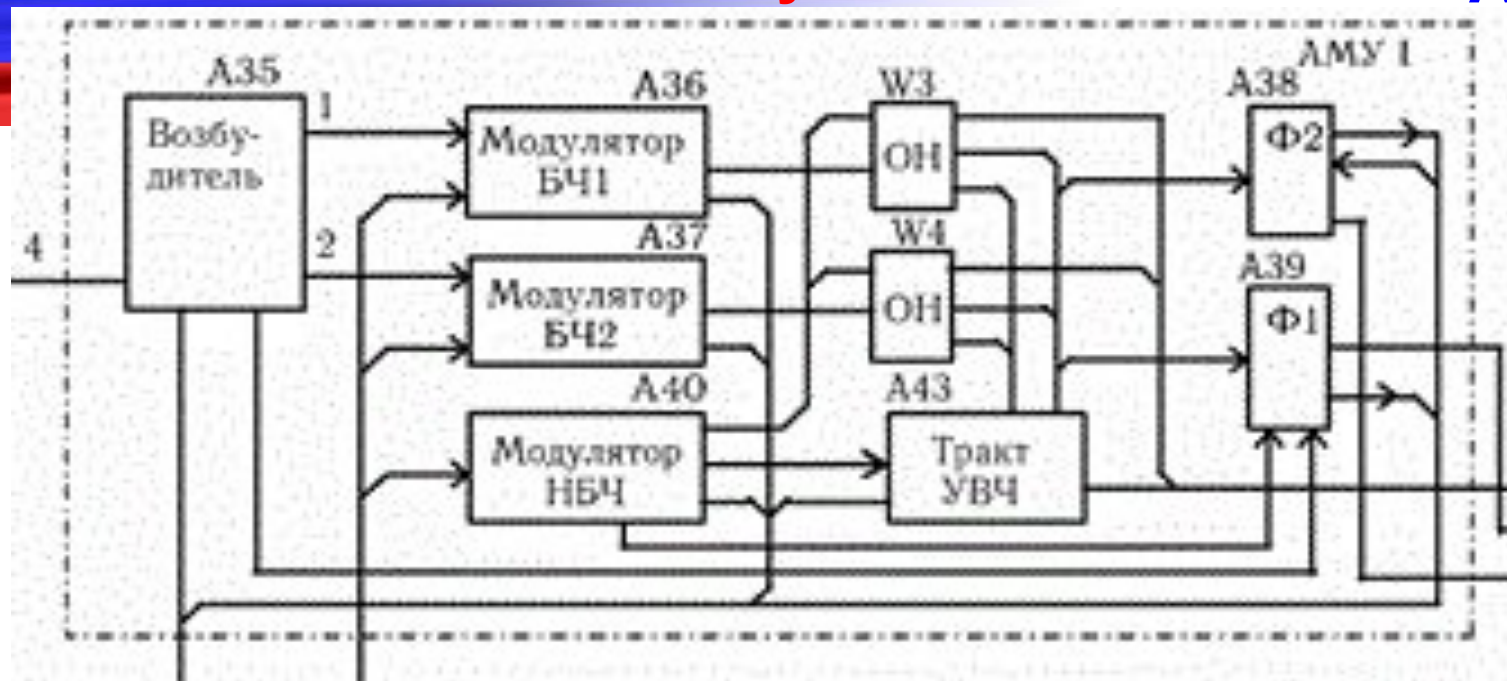


Формирование сигнала опорной фазы для ФНБЧ осуществляется в генераторе ЧМ (ГЧМ — **A18**).

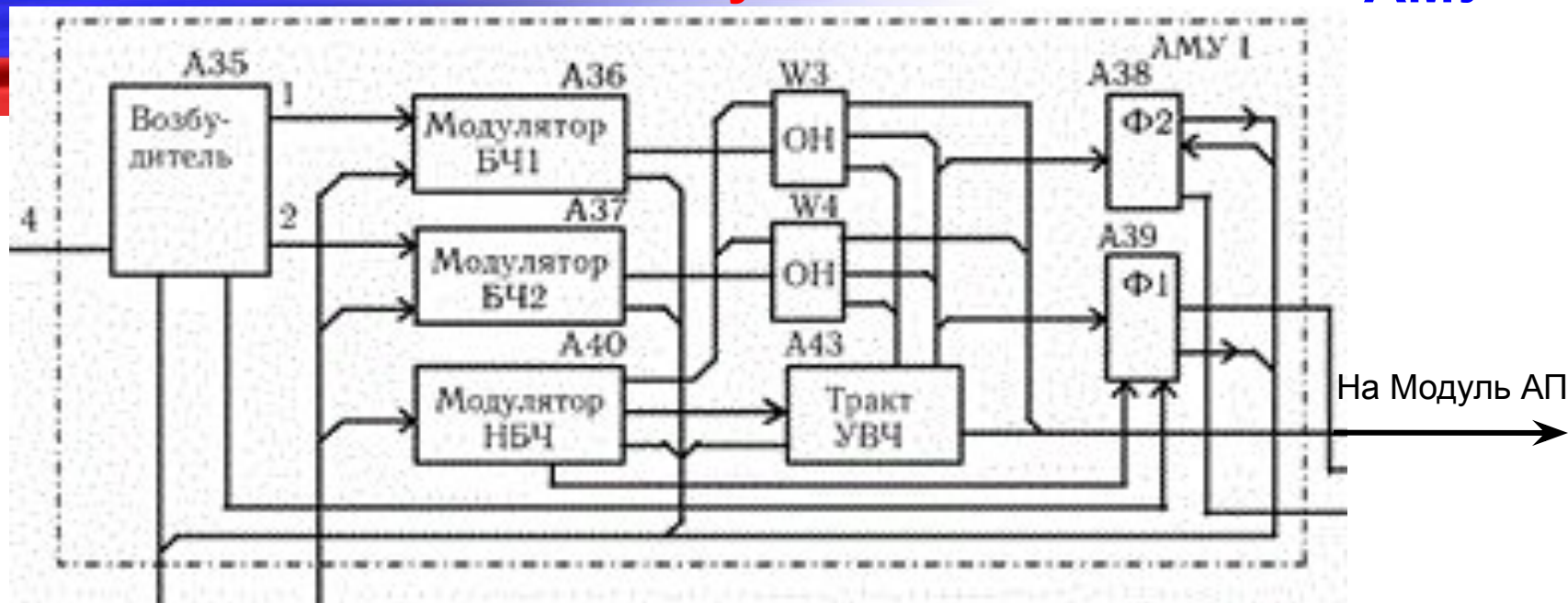
Синусный и косинусный сигналы «U БЧ1», «U БЧ2» формируются в ФБЧА (**A21**).

С формирователя БЧФ (ФБЧФ — **A20**) на М БЧ1 и М БЧ2 поступают сигналы управления фазовращателями и коммутаторами фазы.

Генератор тактовых частот (ГТЧ-A22) предназначен для формирования сетки частот сигналов, которые необходимы для работы АФСМ, а также аппаратуры контроля.



Возбудитель А35 генерирует ВЧ колебания, частота которых соответствует выбранной для данного РМА несущей частоте. ВЧ колебания с возбудителя поступают на модуляторы. Все три модулятора идентичны. Единственное отличие **М БЧ1 (А36)** и **М БЧ2 (А37)** от **М НБЧ (А40)** заключается в том, что в модуляторах каналов БЧ1 и БЧ2 используются **фазовращатель и коммутатор фазы**, управляемые сигналами с ФБЧФ. Это объясняется тем, что в М НБЧ происходит амплитудная модуляция с коэффициентом АМ 30 %, т.е. фазовращатель и коммутатор фазы не нужны, а в М БЧ1 и М БЧ2 — балансная модуляция ВЧ колебаний с частотой 30 Гц, для осуществления которой необходимы фазовращатель и коммутатор фазы.



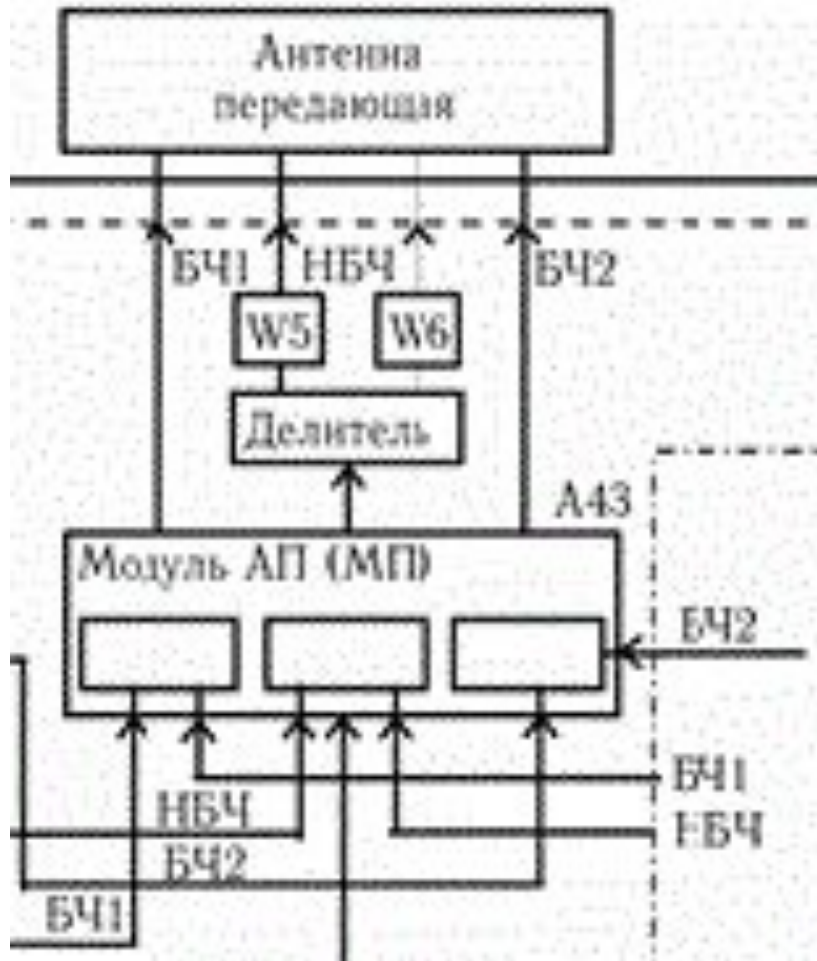
Кроме модуляции в модуляторах осуществляется усиление сигналов с 6... 10 мВт до 5... 15 Вт.

Формирователи Ф1 и Ф2 (А39, А38) предназначены для стабилизации уровня выходной мощности, величины коэффициента АМ и стабилизации фазы ВЧ в канале НБЧ, а также для формирования сигналов управления по каналам БЧ1, БЧ2.

Сигналы с выхода М БЧ1 и М БЧ2 через **ответвители направленные (W3, W4)** и сигналы с М НБЧ, предварительно усиленные в **тракте УВЧ (А43)** поступают на модуль антенных переключателей (Модуль АП).

ВЧ тракт

Модуль переключателей (А45) служит для автоматического переключения передающей антенны с **основной аппаратуры АМУ и АФСМ на резервную**. В модуле переключателей осуществляется также подавление внеполосных и побочных излучений и деление выходной мощности каналов НБЧ по излучателям антенны.



Устройства согласования W5 и W6 предназначены для согласования выхода МП с ВЧ трактом передающей антенны по каналу НБЧ.



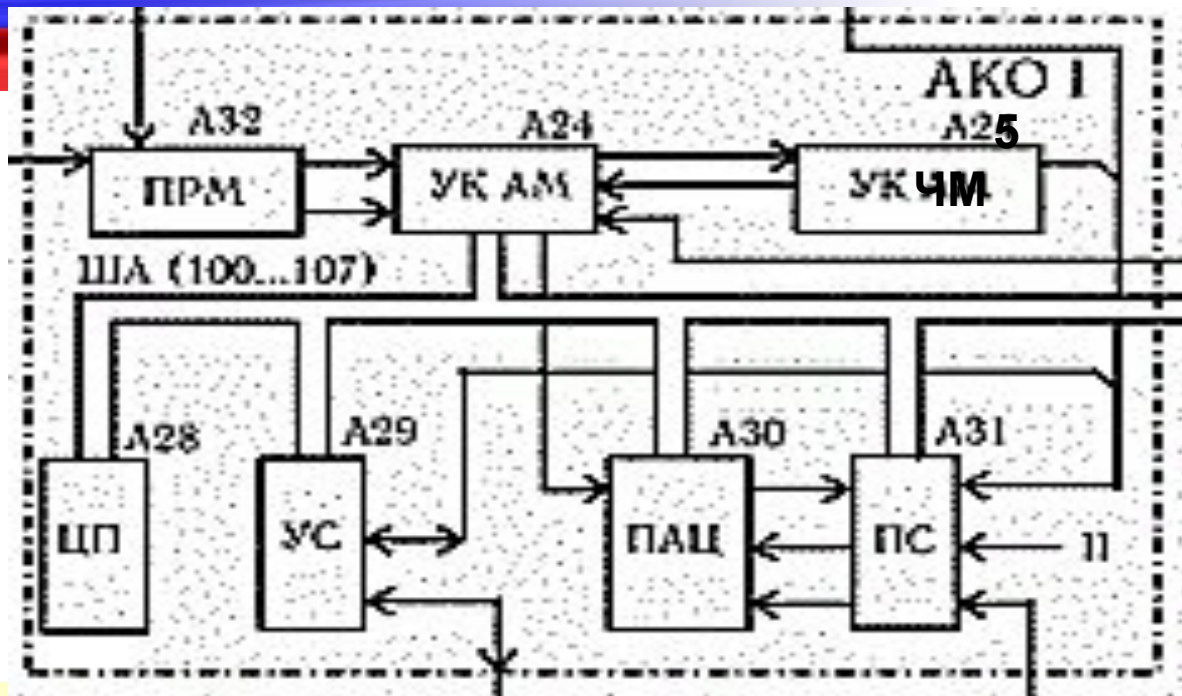
Излучаемый передающей антенной ВЧ сигнал в контрольных точках зоны действия РМА принимается контрольными антеннами и поступает в АКО, где происходит его преобразование и обработка.

АКО охватывает непрерывным допусковым контролем следующие параметры РМА:

- уровень мощности излучаемого сигнала;
- коэффициент АМ несущей частоты сигналом опорной фазы;
- коэффициент АМ несущей частоты сигналом 30 Гц;
- значение азимута в контрольной точке, т.е. фазового сдвига огибающей 30 Гц АМ (переменная фаза) относительно 30 Гц ЧМ (опорная фаза);
- девиацию частоты поднесущей 9960 Гц ЧМ;
- наличие сигнала СО;
- исправность аппаратуры контроля.

При уходе данных параметров за установленные допуски или неисправности аппаратуры контроля происходит выключение передающей аппаратуры РМА или переключение на резервную аппаратуру.

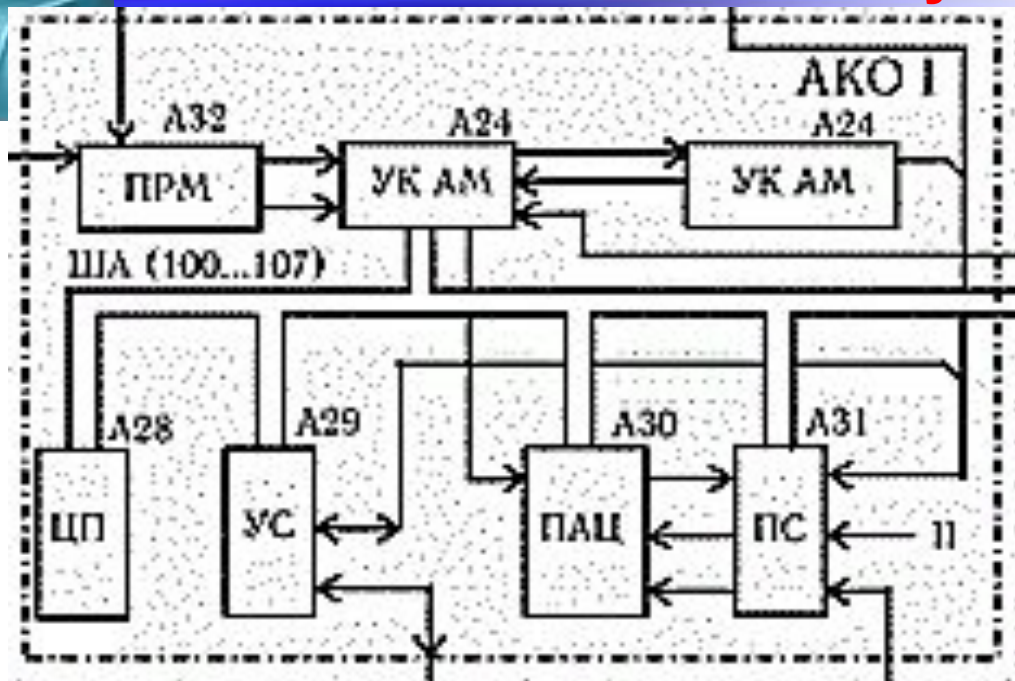
Непрерывный контроль параметров идет сразу двумя комплектами АКО. Логика формирования результирующих сигналов «Норма», «Ухудшение», «Авария» определяется программой обработки сигналов по схеме «ИЛИ», «И».



Продетектированный сигнал с приемника (ПРМ–А32) поступает на устройство контроля АМ (УКАМ – А24). На выходе УКАМ формируется положительное однополярное напряжение $U_{изм}$, которое в различные периоды времени пропорционально либо коэффициенту АМ несущей сигналом 30 Гц, либо коэффициенту АМ несущей сигналом 9960 Гц, либо девиации сигнала 9960 Гц, либо мощности контролируемого ВЧ сигнала. Причем, $U_{изм}$ пропорциональное коэффициенту АМ несущей сигналом 30 Гц, и $U_{изм}$, пропорциональное мощности ВЧ сигнала, формируется в аппаратуре УКАМ, $U_{изм}$, пропорциональное коэффициенту АМ несущей сигналом 9960 Гц и девиации (УДЕВ) — в устройстве контроля ЧМ (УКЧМ — А25).

Радиомаяк азимутальный РМА-90

АКО



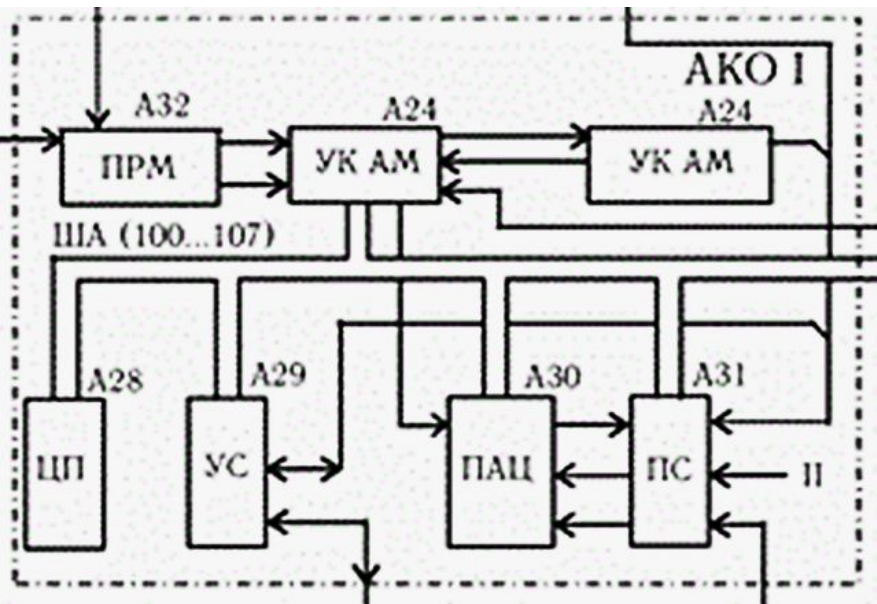
Напряжение **U_{изм}**, формируемое в **УКАМ**, а также тест-сигналы с **МАМ**, **АФСМ**, поступающие с преобразователя сигналов (**ПС - А31**), поочередно в соответствии с заданной программой, преобразовываются в преобразователе аналого-цифровом (**ПАЦ- А30**) в цифровой код и через параллельный интерфейс, подключенный к шинам адреса, данных и управления, транслируются в ЦП для окончательной обработки.

В ЦП осуществляются все вычислительные и логические операции по обработке сигналов контроля и управления. ЦП представляет собой микро-ЭВМ, выполненную на основе микропроцессора.



Радиомаяк азимутальный РМА-90

АКО



Коды программы работы ЦП хранятся в устройстве памяти 1 (УП1 - А27). Здесь же хранятся табличные значения синусоидальных функций модулирующих сигналов.

В ОЗУ устройства памяти 2 (УП2 - А26) записываются коды номинальных и пороговых значений параметров, по которым осуществляется допусковой контроль, а, также коды управления каналами амплитудной модуляции БЧ1, БЧ2 и код работы ВЧ фазовращателей БЧФ.

По шинам данных, адреса и управления коды транслируются в ЦП, где происходит их сравнение с текущими значениями параметров.

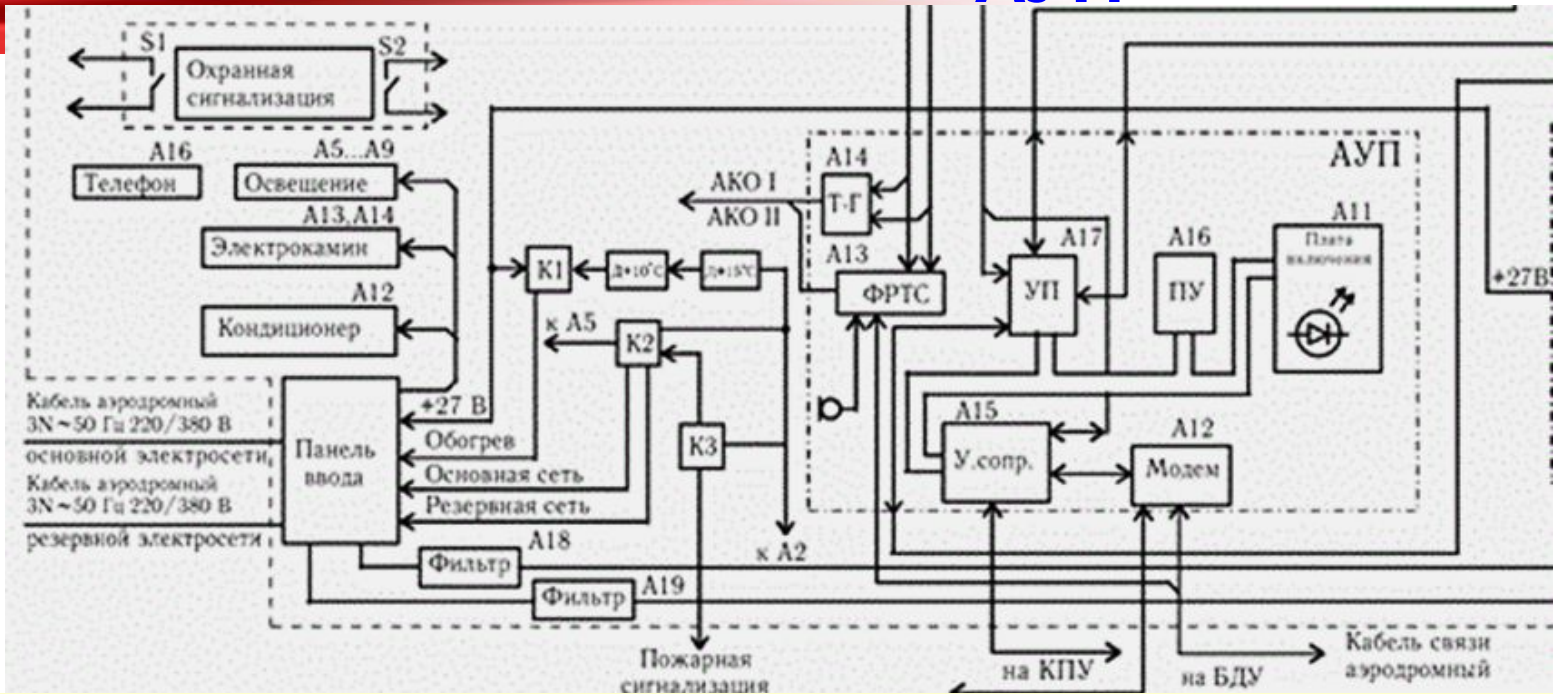
Для связи ЦП с АУП используется устройство согласования (УС - А29). Через УС в ЦП поступает также информация (в общем виде) о работе отдельных устройств РМА, а из ЦП на эти устройства поступает сигнал управления.

Для связи ЦП АКО1 и ЦП АКО2 используется **устройство переключения (А17)**.

На плате ПАЦ установлен светодиод, периоды свечения которого соответствуют коду СО, либо наличию сигналов РТС.

Радиомаяк азимутальный РМА-90

АУП



РМА может работать в двух режимах: **местном и дистанционном**.

В **местном режиме** работы все необходимые сигналы управления или контроля вводятся в аппаратуру через клавиши многослойной монокристаллической платы управления (ММПУ - А9), установленной на передней панели шкафа РМА. В **режиме дистанционного** управления команды вводятся в аппаратуру через модем с клавиатуры блока ДУ - (ММПУ-А2).

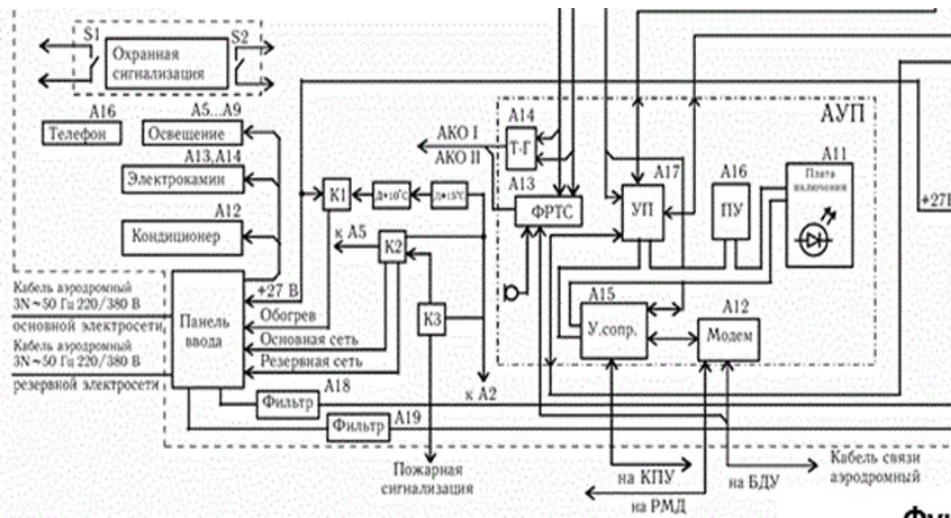
Для организации связи аппаратуры формирования и контроля с клавиатурой, а также с устройствами индикации, сигнализации и ТУ-ТС используется **процессор управления (ПУ - А16)**.

В ПЗУ процессора хранятся программы управления аппаратурой РМА.



Радиомаяк азимутальный РМА-90

АУП



Аппаратура устройства переключения (УП - А17) по командам с **ЦП** первого или второго комплектов АКО или по командам с **ПУ** включает или отключает вторичные источники питания АФСМ, АМУ и АКО, а также управляет стабилизатором тока заряда и подзаряда АБ.

В **УП** находится аппаратура, обеспечивающая передачу данных от АКО2 к ПУ и от ПУ к АКО2.

Связь ПУ с АКО1 и линией ТУ-ТС осуществляется с помощью **устройства сопряжения (Усопр- А15)**. Усопр преобразовывает информацию, полученную от ЦП или ПУ, из параллельного кода в последовательный.

В аппаратуре **Усопр** формируется сигнал аварии РМА, выдаваемый на световую и звуковую сигнализацию. В линию ТУ-ТС сигнал с ПУ поступает через Усопр и модем (А12). Модем дискретную информацию с Усопр передает в тональном диапазоне частот ($f_0 - 3125$ Гц).



Модем может работать как в режиме передачи, так и в режиме приема.

Выключатель МЕСТ/ДИСТ, которым устанавливается режим управления РМА, расположен на плате устройства сигнализации (УС - А11). УС предназначено для отображения информации о состоянии каждого комплекта аппаратуры АМУ, АФСМ, АКО и РМА в целом. На фальшпанели УС установлены светодиоды с красным, желтым и зеленым свечением («Авария», «Ухудшение», «Норма», и т.д.).

В УС формируются сигналы управления, необходимые для работы устройства индикации.

Устройство индикации (УИ - А10) предназначено для отображения на табло результатов измерения параметров РМА в виде цифр, букв, символов.

Через аппаратуру УИ осуществляется связь ПУ с ММПУ.

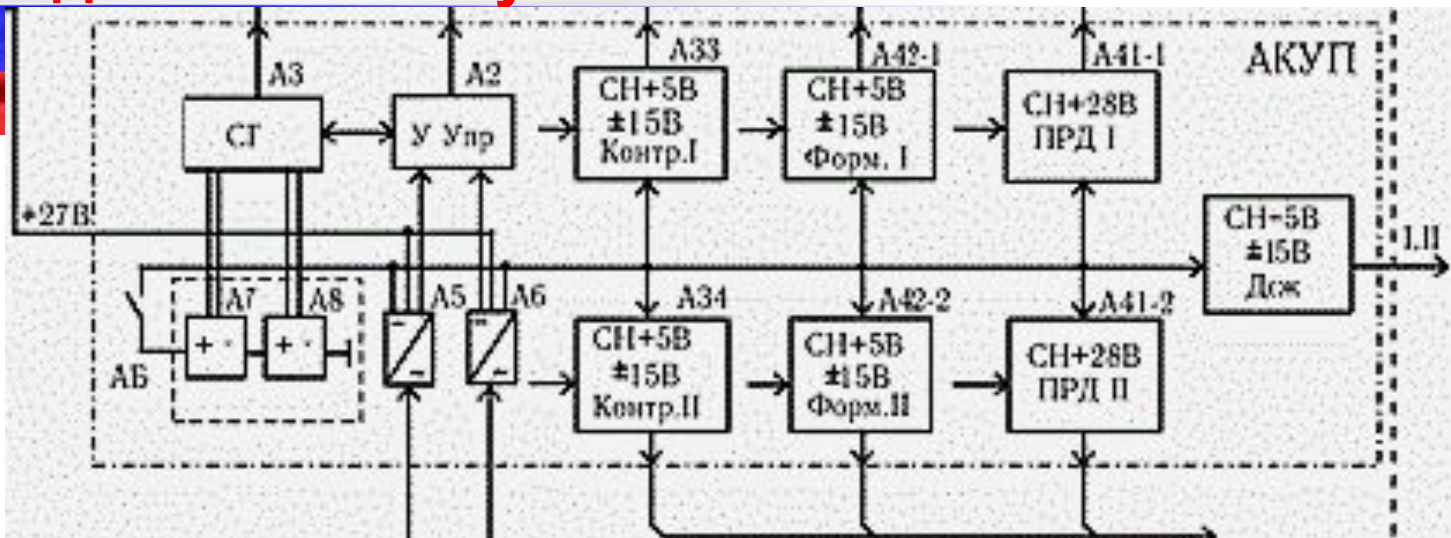
Формирователь РТС (ФРТС - А13) используется для стабилизации коэффициента АМ речевого сигнала (с телефонов или микрофона) и его частотного ограничения в диапазоне 300...3000 Гц. С ФРТС сигнал поступает на ФНБЧ (А23). Для проверки аппаратуры контроля АКО1, АКО2, стабилизации коэффициента передачи каналов измерения и контроля на вход УКАМ и вход УКЧМ вместо сигнала с приемника подается сигнал с тест-генератора (Т-Г - А14).

Этот сигнал представляет собой сумму постоянной составляющей синусоидального сигнала частоты 30 Гц и ЧМ сигнала. Сигнал Т-Г имеет стабильное значение постоянной и переменной составляющих, разности фаз между сигналами постоянной и опорной фаз (азимут).



Радиомаяк азимутальный РМА-90

АКУП



Электропитание РМА осуществляется от аэродромной трехфазной сети переменного тока частотой 50 Гц $\pm 1\%$ напряжением 380 В $\pm 10\%$.

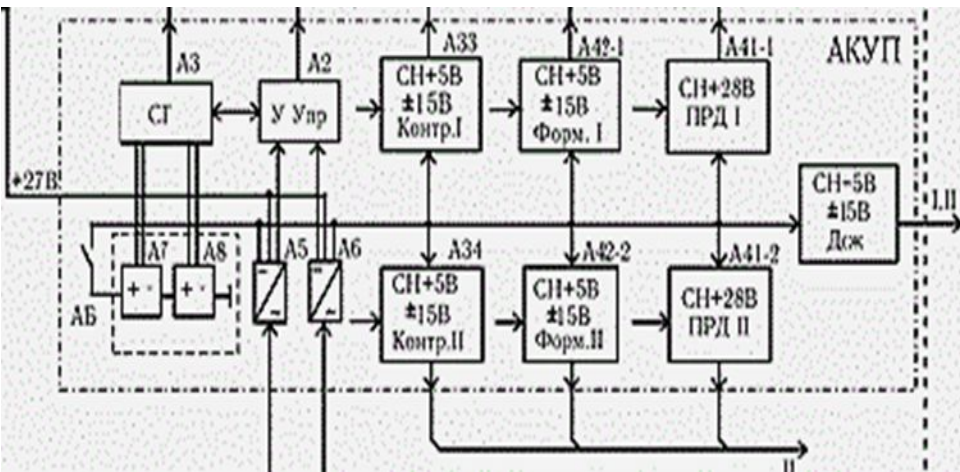
Для повышения вероятности бесперебойной работы РМА напряжение сети подается по двум независимым друг от друга фидерам — ОСН СЕТЬ и РЕЗЕРВ СЕТЬ.

Переменное трехфазное напряжение 380 В через панель ввода поступает либо на выпрямитель А5 (при работе аппаратуры от основной сети), либо на выпрямитель А6 (при работе аппаратуры от резервной сети), где преобразуется в ряд постоянных напряжений: 48 В 15 А; 48 В 10 мА; 70 В 1 А и постоянное стабилизированное напряжение 27 В 0,6 А. Напряжение 48 В 15 А с выпрямителя подается на стабилизаторы + 5, $\pm 15В$ (А33, А34, А42-1, А42-2, А4), предназначенные для электропитания АФСМ1, АФСМ2, АК01, АК02, стабилизаторы + 28 В (А41-1, А41-2), осуществляющие электропитание АМУ первого и второго комплектов.



Радиомаяк азимутальный РМА-90

АКУП



Напряжение 70 В 1 А используется для формирования в стабилизаторе тока (СТ - А3) тока заряда АБ, напряжение 48 В 10 мА — для работы схемы контроля сети в устройстве управления (УУпр - А2), напряжение 27 В 0,6 А — для срабатывания контакторов включения-выключения сервисной аппаратуры.

При пропадании напряжения основной и резервной сетей или в случае ухода их параметров за допустимые пределы электропитание РМА в течение 30 мин осуществляется от аварийного источника питания — двух последовательно соединенных батарей типа 20 НКГ- 8К.

Контроль за напряжением АБ осуществляет стабилизатор тока — СТ.

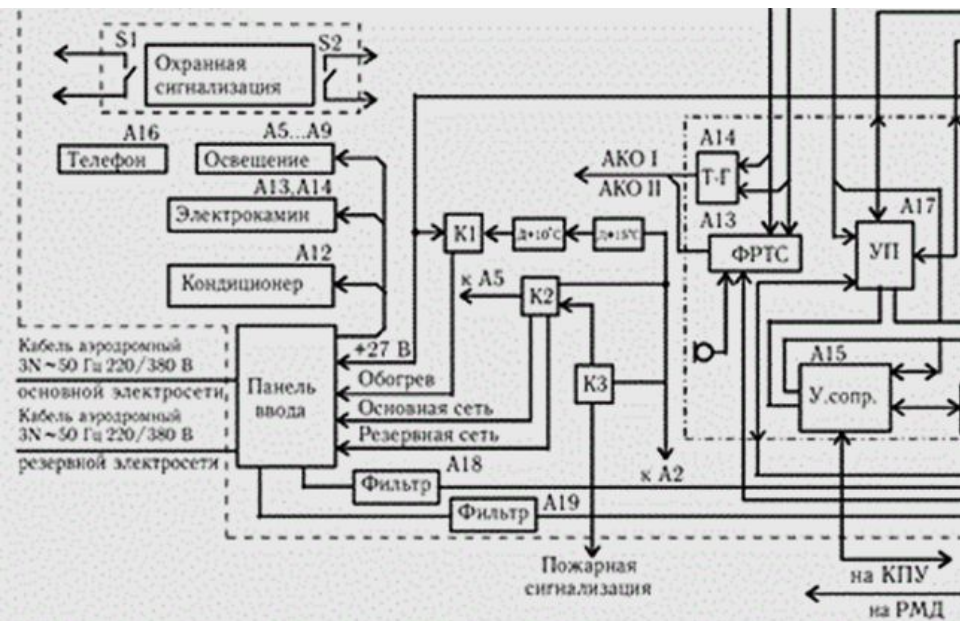
При разряде одной из групп банок АБ ниже допустимого уровня аварийный источник питания автоматически отключается от аппаратуры РМА (снимается сигнал готовности АБ) и в дальнейшем ввести АБ в работу можно только с помощью ручного включения.

Контроль сетевого напряжения, формирование сигналов «Ухудшение сети», «Работа АБ», а также сигналов включения и отключения АБ происходит в устройстве управления (УУпр - А2).



Радиомаяк азимутальный РМА-90

Вспомогательное оборудование



Вся аппаратура радиомаяка, за исключением передающей и контрольной антенн, размещена в шкафу РМА, который устанавливается в аппаратной.

Для обеспечения комфортных условий для работы обслуживающего персонала и нормального режима работы аппаратуры в аппаратной установлен кондиционер типа 1К-23 и два электрокамина.

Их включение и отключение происходит автоматически при срабатывании датчиков температуры.

В аппаратной, кроме обычного освещения, предусмотрено аварийное на случай пропадания основной и резервной сетей.

На мачте передающей антенны установлено ограждение световое — заградогни (ЗО).

Лампы ЗО включаются автоматически по сигналу датчика ЗО.

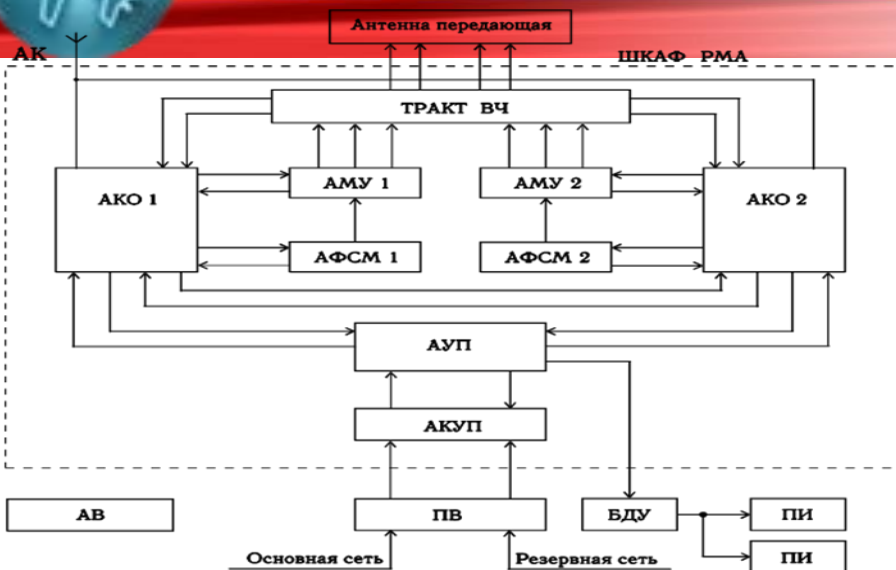
При открывании, двери аппаратной срабатывает датчик охранной сигнализации. Сигнал «Вскрытие» по линии ТУ-ТС передается на блок ДУ, а по другой линии связи (при необходимости) — в пожарную охрану.



Радиомаяк азимутальный РМА-90

Блок ДУ

Блок ДУ размещается на КДП. Передача команд управления и контроля с клавиатуры (ММПУ - А9) на УП (А 17) и ЦП РМА осуществляется аналогично передаче команд с ММПУ АУП радиомаяка.



Модем А7 необходим для связи блока ДУ с радиомаяком дальномерным (РМД), если таковой входит в данную систему.

Устройство сопряжения (Усопр - А5) предназначено для обеспечения связи с панелями информации (ПИ).

Панель информации

Панель информации (ПИ) служит для отображения обобщенной информации о состоянии радиомаяка.

На ней установлено три светодиода «Норма», «Ухудшение» и «Авария» соответственно зеленого, желтого и красного свечения.

Сигналы «Ухудшение» и «Авария», поступающие с блока ДУ, сопровождаются звуковым сигналом.

ПИ устанавливается на рабочем месте руководителя полетов или другого лица, ответственного за навигацию. Длина многопроводной линии связи от блока ДУ до ПИ — не более 500 м.